



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 08 354 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 02 B 33/44**  
F 02 B 29/04  
F 02 D 23/00  
F 02 D 33/02  
// F 02 B 39/04

⑳ Aktenzeichen: P 43 08 354.4  
㉔ Anmeldetag: 16. 3. 93  
㉕ Offenlegungstag: 23. 9. 93

DE 43 08 354 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
16.03.92 JP 4-058164 16.03.92 JP 4-058165

⑦1 Anmelder:  
Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

⑦4 Vertreter:  
Weber, O., Dipl.-Phys.; Heim, H., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 81479 München

⑦2 Erfinder:  
Goto, Tsuyoshi, Hiroshima, JP

⑤4 Luftansaugsystem für einen aufgeladenen Motor

⑤7 Es wird ein Luftansaugsystem beschrieben, welches eine Rückführleitung hat, durch welche Ladeluft, die von einem Auflader abgegeben wird, in den Auflader zurückgeführt wird. Es weist ferner ein in der Rückführleitung liegendes Rückführregelventil auf, durch welches die Rückführleitung allmählich geöffnet und geschlossen wird, und zwar in der Weise, wie sich der Druck der Ladeluft stromabwärts vom Auflader zwischen einem unteren genau vorgegebenen Druck unterhalb des Umgebungsluftdrucks und einem oberen genau vorgegebenen Druck oberhalb des Umgebungsluftdrucks verändert. Das Luftansaugsystem hat ferner eine Bypassleitung, welche das Vorbeiführen von Luft am Zwischenkühler gestattet, und welche mittels eines Bypassregelventils bei einem genau vorgegebenen Zwischendruck zwischen dem oberen und unteren genau vorgegebenen Druck öffnet und schließt.

DE 43 08 354 A 1

Best Available Copy

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Ansaugsystem für einen aufgeladenen Motor, in welchem ein Auflader und ein Zwischenkühler in einer Luftansaugleitung angeordnet sind, und insbesondere ein Ansaugsystem für einen aufgeladenen Motor, der mit einer Rückführleitung und einem Rückführregelventil zur Rückführung von Ladeluft, wenn der Motor unter niedrigen Motorlasten betrieben wird, versehen ist.

Es ist ein Luftansaugsystem bekannt, in welchem ein mechanischer Auflader, der über die Motorausgangswelle angetrieben wird, zusammen mit einem Rückführregelventil und einem Entlastungsdurchlaß in einer Luftansaugleitung vorhanden ist, so daß es möglich ist, Ladeluft unter Motorbetriebsbedingungen bei niedriger Last zurückzuführen. Ein derartiges Regelsystem ist beispielsweise aus der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 2-2 83 816 bekannt.

Die in dieser Veröffentlichung beschriebene Anordnung des Ansaugsystems verwendet einen mechanischen Auflader stromabwärts von einem Drosselventil einer Luftansaugleitung oder Durchlasses und einen Zwischenkühler stromabwärts vom Auflader zum Kühlen der Aufladeluft. Eine Rückführleitung oder ein Rückführdurchlaß, beispielsweise eine Ladeluft-Bypassleitung, ist zwischen dem Auflader und dem Zwischenkühler vorhanden, wobei in der Leitung ein Rückführregelventil vorgesehen ist. Das Rückführregelventil, welches unmittelbar mit einem druckgeregelten Betätigungsorgan verbunden ist und mit diesem betätigt wird, wobei in das Betätigungsorgan Druck stromabwärts vom Drosselventil eingeleitet wird, öffnet die Rückführleitung in einem niederen Motorlastbereich, in welchem der Druck stromabwärts vom Drosselventil geringer ist, und schließt sie, wenn der Druck stromabwärts vom Drosselventil mit einer Zunahme der Motorlast ansteigt.

Bei dieser Art eines Ansaugsystems für einen aufgeladenen Motor wird ein Energieverlust im Auflader bei einer Zunahme des Verhältnisses zwischen stromaufwärtigen und stromabwärtigen Drücken vom Auflader größer. Um daher einen derartigen Energieverlust zu verhindern, ist es wünschenswert, einen Teil der vom Auflader abgegebenen Luft zurückzuführen, während der Motor mit einer ausreichenden Luftmenge entsprechend den Motorbetriebsbedingungen in einem Bereich von bestimmten hohen Motorlasten während des Betriebs des Aufladers versorgt wird. Es besteht ferner der Wunsch, daß das Rückführregelventil bei einer Veränderung der Drosselöffnung in einem bestimmten Bereich seine Öffnung allmählich verkleinert, um eine lineare Beziehung zwischen der Drosselöffnung und dem Motorausgangsdrehmoment aufrecht zu erhalten. Aus diesem Grund ist das Rückführregelventil der vorstehend erwähnten Veröffentlichung so konstruiert und angepaßt, daß es bei einem Anwachsen des Ladedrucks stromabwärts vom Auflader allmählich schließt. Wenn jedoch das Rückführregelventil mit einem Anwachsen des Ladedrucks nur allmählich schließt, verursacht es ein Pendeln in der Nähe von Motorbetriebsbedingungen, bei welchen es aufgrund eines Druckabfalls vollständig schließt, welcher von einer Sperrung der Rückführung verursacht wird. Als Folge davon neigt das Rückführregelventil während des Betriebs zu einer Instabilität, und ein Bereich der Motorbetriebsbedingungen, in welchem das Rückführregelventil vollständig geschlossen ist, wird instabil gemacht. Um diese nachteil-

igen Wirkungen auszuschließen, hat man daran gedacht, das Rückführregelventil schnell zu schließen, wenn das Rückführregelventil eine bestimmte Öffnung erreicht. Ein derartiges schnelles Schließen des Rückführregelventils verursacht jedoch einen Drehmomentstoß.

Ferner wird bei dieser Art von Ansaugsystemen, wenn das Rückführregelventil offen ist, während der Auflader in Betrieb ist, und nachdem die vom Auflader ausgestoßene Luft durch den Zwischenkühler strömt, eine notwendige Menge der gekühlten Luft in die Verbrennungskammern des Motors abgegeben und ein Überschuß an gekühlter Luft wird in den Auflader stromaufwärts zurückgeführt. Als Folge davon neigt die Luft in einem Bereich, in welchem eine kleine Menge von Luft genommen wird, dazu, überkühlt zu werden, und der Luftdruck zwischen dem Auflader und dem Zwischenkühler wird aufgrund des Widerstandes des Luftflusses im Zwischenkühler unzureichend verringert, was zu einem Energieverlust führt.

Um einen derartigen Energieverlust auszuschließen, kann zusätzlich zu einer vorgesehenen Rückführleitung, welche zum Auflader stromaufwärtige und stromabwärtige Bereiche der Luftansaugleitung miteinander verbindet, eine Bypassleitung stromabwärts vom Auflader hergestellt werden, so daß es möglich wird, abgegebene Luft direkt unter Umgehung des Zwischenkühlers an den Motor abzugeben, wenn der Motor bei niedrigen Lasten betrieben wird. Das Vorhandensein einer Bypassleitung macht jedoch die Regelung des Luftflusses durch die Rückführleitung entsprechend den Motorbetriebsbedingungen erforderlich, um den Anforderungen an die Motorleistung und ökonomischen Kraftstoffverbrauch zu erfüllen. Zusätzlich muß in einem Bereich niedriger Motorlasten, in welchem eine geringere Luftmenge benötigt wird, eine Überkühlung verhindert werden. Andererseits muß in einem Bereich, in welchem eine verhältnismäßig große Luftmenge erforderlich ist, während die Rückführleitung offen sein muß, ein von der Rückführung verursachter Temperaturanstieg unterdrückt oder durch eine Regelung klein gehalten werden. Diese Anforderungen können nicht durch einfaches Öffnen und Schließen der Bypassleitung in der gleichen Weise wie bei der Rückführungsleitung erfüllt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Luftansaugsystem für einen aufgeladenen Motor zu schaffen, welcher mit einem Auflader und einem Zwischenkühler ausgestattet ist, in welchem die Rückführung von Luft in Übereinstimmung mit Motorbetriebsbedingungen geregelt wird, so daß ein Energieverlust der vom Auflader abgegebenen Ladeluft verringert wird, und in welchem die Lufttemperatur geregelt werden kann.

Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Luftansaugsystem für einen aufgeladenen Motor zu schaffen, welcher mit einem Auflader ausgerüstet ist, in welchem die Menge der rückgeführten Luft reguliert werden kann, so daß die Motorleistung in Übereinstimmung mit Motorbetriebsbedingungen geregelt wird, wobei auf diese Weise das Auftreten eines Drehmomentstoßes vermieden und die Ansprechempfindlichkeit bei der Drehmomentzunahme des Motors erhöht wird.

Diese erfindungsgemäßen Aufgaben werden dadurch gelöst, daß ein Ansaugsystem für einen aufgeladenen Verbrennungsmotor vorgesehen ist, welches eine Rückführleitung zur Verbindung von bezüglich des Aufladers stromaufwärtigen und stromabwärtigen Bereichen der Ansaugleitung eine Rückführleitung hat, durch welche Ladeluft, welche vom Auflader abgegeben wird, in den

Auflader zurückgeführt wird. Die Rückführleitung wird mittels einer Rückführventilvorrichtung geöffnet und geschlossen, die in der Rückführleitung angeordnet ist. Sowie sich der Druck der Ladeluft unmittelbar stromabwärts vom Auflader zwischen einem niedrigen genau angegebenen Druck unterhalb des Umgebungsdrucks und einem oberen, genau angegebenen Druck oberhalb des Umgebungsdrucks ändert, wird die Rückführventilvorrichtung dazu gebracht, die Rückführleitung zunehmend zu öffnen oder abnehmend zu schließen.

Das Luftansaugsystem hat ferner einen in der Ansaugleitung stromabwärts vom Auflader angeordneten Zwischenkühler sowie eine Bypassleitung zur Verbindung von Bereichen der Ansaugleitung, die stromaufwärts und stromabwärts vom Zwischenkühler angeordnet sind, so daß Luft den Zwischenkühler umgehen kann. Eine Bypassregelventilanordnung wird bei einem genau vorgegebenen Zwischendruck des Ladeluftdrucks zwischen dem oberen und unteren genau vorgegebenen Druck dazu gebracht, daß die Bypassleitung geöffnet und geschlossen wird.

Insbesondere ist die Bypassregelventilvorrichtung in einem gemeinsamen Leitungsbereich angeordnet, durch welchen die Rückführleitung und die Bypassleitung gemeinsam mit der Ansaugleitung zwischen dem Auflader und dem Zwischenkühler in Verbindung stehen und die Rückführventilvorrichtung ist in der Rückführleitung stromabwärts vom gemeinsamen Leitungsbereich angeordnet. Die Rückführventilregelvorrichtung einschließlich eines druckbetätigten Betätigungsgliedes, bringt die Rückführventilvorrichtung zum Öffnen und Schließen der Rückführleitung in Übereinstimmung mit Unterschieden zwischen dem Umgebungsdruck und einem Druck der Ansaugluft stromaufwärts vom Auflader.

Soweit ferner der Druck der ausgegebenen Luft auf einen genau vorgegebenen hohen Druck hin zunimmt, bewirkt die Rückführventilregelvorrichtung, daß die Rückführventilvorrichtung die Rückführleitung allmählich in der Weise schließt, daß in der Rückführleitung ein geringer Zwischenraum verbleibt, welcher eine Rückführung einer kleinen Luftmenge stromabwärts vom Auflader bei einem hohen, genau vorgegebenen Druck zuläßt, und veranlaßt die Rückführventilvorrichtung dazu, die Rückführleitung bei einem Druck vollständig zu schließen, der höher ist als der hohe, genau vorgegebene Druck.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Ansaugsystem hält die Rückführventilvorrichtung in einem niederen Motorlastbereich, in welchem die Ansaugluft einen niedrigen Druck aufweist, die Rückführleitung offen, so daß ein Überschub an Ladeluft, die vom Auflader bereitgestellt wird, zurückgeführt wird, und, da die Bypassregelventilvorrichtung die Bypassleitung öffnet, wird verhindert, daß in den Motor abgegebene Ladeluft überkühlt wird. Andererseits bleiben in einem hohen Motorlastbereich, in welchem das Drosselventil vollständig oder fast vollständig geöffnet ist, die Rückführventilvorrichtung und die Bypassregelventilvorrichtung geschlossen, so daß die Aufladung von Luft und die Kühlung der aufgeladenen Luft gesteigert wird.

Im Zwischenbereich zwischen den hohen und niederen Motorlastbereichen schließt die Rückführventilvorrichtung allmählich, begleitet von einem Druckanstieg in der Ansaugluft. Bis jedoch die Rückführventilvorrichtung ihre Geschlossenstellung erreicht, ist die Bypassregelventilvorrichtung in einem Bereich, in welchem die Ansaugluftmenge beträchtlich sein kann und daher, in welchem eine große Temperaturzunahme der Ansaug-

luft aufgrund der Rückführung erfolgen kann, geschlossen, so daß die Kühlung der Ansaugluft durch den Zwischenkühler gesteigert wird.

Bis der Druck stromabwärts vom Auflader den hohen, genau vorgegebenen Druck erreicht, wird die Menge der rückgeführten Luft in der gewünschten Weise vom höchsten zum niedrigsten Wert entsprechend den Motorbetriebsbedingungen reguliert. Andererseits wird, da in einem Bereich der Motorbetriebsbedingungen, in welchem der Druck stromabwärts vom Auflader den oberen, genau vorgegebenen Druck überschreitet, die Lufrückführung vollständig gestoppt, so daß der Druck, der an den Motor abgegebenen Ansaugluft, erhöht wird. Die Zunahmegeschwindigkeit des Motorausgangsdrehmoments, die dadurch hervorgerufen wird, daß die Rückführung von Ansaugluft verhindert wird, wird entsprechend den Motorbetriebsbedingungen oder aufgrund einer sanften oder schnellen Beschleunigung variiert.

Die vorstehend beschriebenen und weitere Aufgaben und Merkmale der Erfindung können noch besser anhand der folgenden, ins einzelne gehenden Beschreibung unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungen der Erfindung verstanden werden, wenn auf die Zeichnung Bezug genommen wird. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ansaugsystems gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung;

Fig. 2 eine ins einzelne gehende Darstellung eines Rückführregelventils des Ansaugluftsystems gemäß Fig. 1;

Fig. 3 ein Diagramm, welches das Verhältnis zwischen den Öffnungen des Rückführregelventils und eines Bypassregelventils zeigt;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Luftflusses in einer Rückführleitung und einer Bypassleitung;

Fig. 5 ein Diagramm, welches eine weitere Beziehung zwischen den Öffnungen des Rückführregelventils und eines Bypassregelventils zeigt;

Fig. 6 ein Diagramm, welches die Betriebsbereiche eines elektromagnetischen Drei-Wege-Ventils zeigt; und

Fig. 7 ein Flußdiagramm, welches ein Ablaufprogramm einer Arbeitszyklenregelung eines Drei-Wege-Ventils für eine elektronische Recheneinheit veranschaulicht.

Da Ansaugsysteme gut bekannt sind, ist die vorliegende Beschreibung insbesondere auf Elemente gerichtet, welche Bestandteil eines erfindungsgemäßen Ansaugsystems für einen aufgeladenen Motor bilden oder direkt damit zusammenwirken. Es versteht sich, daß Teile oder Elemente, die nicht ganz genau gezeigt oder beschrieben werden, auf verschiedene Art und Weise, die auf dem Gebiet des Automobilbaus gut bekannt sind, ausgebildet werden können.

Fig. 1 veranschaulicht schematisch den gesamten Aufbau eines Luftansaugsystems, welches gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem aufgeladenen Motor zusammenwirkt. Ein Vielzylinder-Reihenverbrennungsmotor 1 weist eine Vielzahl von beispielsweise vier Zylindern 2 auf. Der Motor 1 ist mit einer Luftansaugleitung 3, in welcher sich ein Auflader 4, wie beispielsweise ein mechanischer Auflader vom Lyschmidt-Typ befindet, um dem Motor 1 Aufladeluft zuzuführen. Der Auflader 4 ist betriebsmäßig mit einem Motor mittels eines Riemens (nicht dargestellt) gekoppelt, welcher sich zwischen einer Riemenscheibe 4a des Aufladers 4 und einer Motorantriebswelle, wie beispielsweise

se einer Kurbelwelle, befindet. Der Motor ist mit einem Einlaßventil (nicht dargestellt) in einem Luftereinlaß eines jeden Zylinders 2 versehen. Das Einlaßventil ist so angepaßt, daß der Schließvorgang viel später ist, als derjenige eines üblichen Motors. Dies verringert einen Pumpverlustr im niedrigen Lastbereich des Motors wesentlich, während es einen erhöhten Aufladewirkungsgrad im hohen Lastbereich des Motors bewirkt, was dem Kühlen und Aufladen von Luft und dem verzögerten Schließen des Anlaßventils zuzuschreiben ist.

Stromaufwärts des Aufladers 4 befindet sich in der Luftansaugleitung 3 ein Drosselventil 5, dessen Öffnen in Abhängigkeit vom niedergedrückten Hub des Gaspedals geregelt wird. Die Luftansaugleitung 3 ist ferner mit einem Luftfilter 6 in ihrem stromaufwärtigen Bereich und mit einem Zwischenkühler 7 versehen, welcher bezüglich des Aufladers 4 stromabwärts zur Kühlung von Ladeluft angebracht ist. Stromabwärts vom Zwischenkühler 7 ist die Luftansaugleitung 3 mit einem Ausgleichsbehälter 8 ausgebildet. Einzelne Einlaßleitungen 9 verbinden den Ausgleichsbehälter 8 mit den betreffenden Einlaßöffnungen der Zylinder 2 des Motors 1.

Die Luftansaugleitung 3 ist mit einer Rückführleitung 11, welche stromabwärtige und stromaufwärtige Bereiche der Luftansaugleitung 3 bezüglich des Aufladers 4 miteinander verbindet, sowie einer Zwischenkühler-Bypassleitung 12 versehen, so daß der Zwischenkühler 7 umgangen wird. Insbesondere ist eine gemeinsame Leitung 13, welche das Einlaßende der Rückführleitung 11 und das stromaufwärtige Ende der Zwischenkühler-Bypassleitung gemeinsam haben, gleichermaßen mit der Ansaugleitung 3 zwischen dem Auflader 4 und dem Zwischenkühler 7 verbunden. Die Rückführleitung 11 verzweigt sich von der gemeinsamen Leitung 13 und seinem Auslaßende der Rückführleitung 11 verläuft vom Auflader 4 zum stromaufwärtigen Bereich der Luftansaugleitung 3. Andererseits verzweigt sich die Zwischenkühler-Bypassleitung 12 von der gemeinsamen Leitung 13 und ihr stromabwärtiger Bereich verläuft stromabwärts vom Zwischenkühler 7 zur Luftansaugleitung 3.

Die Rückführleitung 11 und die Zwischenkühler-Bypassleitung 12 sind mit einem Rückführregelventil 15 bzw. einem Bypassregelventil 30 versehen. Insbesondere in der vorliegenden Ausführung liegt das Bypassregelventil 30 in der gemeinsamen Leitung 13, welche den stromaufwärtigen Bereich der Zwischenkühler-Bypassleitung 12 darstellt. Andererseits liegt das Rückführregelventil 15 in der Rückführleitung 11 zwischen demjenigen Bereich, von welchem die Rückführleitung 11 von der gemeinsamen Leitung 13 und der stromaufwärtige Bereich vom Auflader 4 abzweigen.

Das Rückführregelventil 15 ist so konstruiert und angepaßt, daß es mittels eines Membranbetätigungsgliedes 20 in Abhängigkeit vom Einlaßluftdruck stromabwärts vom Auflader 4 betätigt wird. Wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, hat das Rückführregelventil 15 insbesondere einen Absperrkörper 17 in einem Ventilgehäuse 16, welches in der Rückführleitung 11 liegt. Der Absperrkörper 17 ist mechanisch mit einer Membran 21 des Betätigungsgliedes 20 mittels einer Verbindungsstange 22 verbunden. Luftdruck  $P_2$ , auf der stromabwärtigen Seite des Aufladers 4 wirkt auf den Absperrkörper 17 auf dessen eine Seite, so daß er geöffnet wird. Andererseits wirkt Luftdruck  $P_1$ , der zwischen dem Auflader 4 und dem Drosselventil 5 erzeugt wird, auf die andere Seite des Absperrkörpers 17. Auf diese Weise stellen das Gehäuse 16 und das Membranbetätigungsglied 20 ein Be-

triebslenkungsmittel für das Rückführregelventil 15 dar.

Das Membranbetätigungsglied 20 liegt zwischen einer Primärdruckkammer 23, die sich auf einer Seite der Membran 21 befindet, und einer Sekundärdruckkammer 24, die sich auf der gegenüberliegenden Seite der Membran 21 befindet, so daß ein auf der Membran 21 wirkender Druck bereitgestellt wird, welcher zum Schließen des Absperrkörpers 17 erforderlich ist. Luftdruck  $P_2$ , welcher stromabwärts vom Auflader 4 erzeugt wird, wird in die Primärdruckkammer 23 über einen Drucklenkungsdurchlaß 25 eingeleitet, welcher innerhalb der Verbindungsstange 22 ausgebildet ist. Zusätzlich wird Luftdruck  $P_0$ , welcher stromaufwärts vom Drosselventil 5 erzeugt wird und welcher im wesentlichen dem Umgebungsluftdruck entspricht, in die Sekundärdruckkammer 24 über einen Drucklenkungsdurchlaß 26 eingeleitet. Der Drucklenkungsdurchlaß 26 wird wahlweise mit der Luftansaugleitung 3 stromabwärts vom Drosselventil 5 sowie einem Vakuumbehälter 50 mittels eines elektromagnetischen Drei-Wege-Ventils 27 verbunden, so daß normalerweise der Luftdruck  $P_0$ , d. h. der Umgebungsluftdruck, stromaufwärts vom Drosselventil 5 in die Sekundärdruckkammer 24 eingeleitet wird. Wenn jedoch der Absperrkörper 17 zwangsweise geschlossen wird, wird ein Unterdruck in die Sekundärdruckkammer 24 eingeleitet.

In den Druckkammern 23 und 24 sind Federn 28 und 29 vorhanden, so daß die Membran 21 von zwei Seiten mit Druck beaufschlagt wird. Es ist anzumerken, daß die Membran 21 und der Absperrkörper 17 die gleiche Größe bezüglich der druckaufnehmenden Oberflächen haben.

Das Bypassregelventil 30 ist mit einem Betätigungsglied 31 gekoppelt. Dieses Betätigungsglied 31 hat eine Membran 32, welche mechanisch mit dem Bypassregelventil 30 verbunden ist, eine Feder 33, welche die Membran 32 vorspannt, so daß das Bypassregelventil 30 geschlossen wird, sowie eine Druckkammer 34, welche auf einer Seite der Membran 32 liegt. Unterdruck vom Vakuumbehälter 50 und der Umgebungsluftdruck werden wahlweise in die Druckkammer 34 durch einen Drucklenkungsdurchlaß 35 über ein elektromagnetisches Drei-Wege-Ventil 36 eingeleitet, so daß, wenn Unterdruck eingeleitet wird, das Bypassregelventil 30 geöffnet wird und, wenn Umgebungsluftdruck eingeleitet wird, es geschlossen wird.

In weiterer Verbindung mit der Luftansaugleitung 3 sind zur Entlastung eines übermäßigen Anwachsens des Ladedrucks ein Entlastungshilfsdurchlaß 38, welcher den Absperrkörper 17 des Rückführregelventils 15 umgeht, ein Entlastungsventil 39 zum Öffnen und Schließen des Entlastungshilfsdurchlasses 38 sowie ein Betätigungsorgan 40 zur Betätigung des Entlastungsventils 39 vorhanden. Das Betätigungsorgan 40 hat eine mit dem Entlastungsventil 39 gekoppelte Membran 41, eine Druckkammer 42, die auf einer Seite der Membran liegt, und eine Feder 43, die innerhalb der Druckkammer 42 liegt, so daß sie die Membran 41 vorspannt. Die Druckkammer 42 ist wahlweise mit der Ansaugleitung 3 stromaufwärts vom Drosselventil 5 und dem Vakuumbehälter 50 durch einen Drucklenkungsdurchlaß 44 und ein elektromagnetisches Drei-Wege-Ventil 45 verbunden. Normalerweise wird der Druck innerhalb der Luftansaugleitung 3 stromaufwärts vom Drosselventil 5 aufrechterhalten, so daß er in die Druckkammer 42 eingeleitet wird. Wenn andererseits das Entlastungsventil 39 von einem Druck stromabwärts vom Auflader 4 betätigt wird, welcher über eine kritische Stelle angewachsen ist,

die von der Feder 43 festgelegt ist, so wird das Entlastungsventil 39 geöffnet. Wenn anderenfalls Unterdruck in die Druckkammer 42 eingeleitet wird, wird das Entlastungsventil ebenfalls geöffnet, oder es kann bei Bedarf zwangsweise geöffnet werden. Der Vakuumbehälter 50 ist entweder mit der Luftansaugleitung 3 stromabwärts vom Drosselventil 5 oder einer Unterdruckquelle (nicht dargestellt), wie beispielsweise einer Vakuumpumpe, verbunden.

Alle elektromagnetischen Drei-Wege-Ventile 27, 36 und 45 werden mit Hilfe einer elektronischen Regeleinheit (ECU) 55 geregelt. Die ECU 55 empfängt von einem Drosselöffnungsfühler 56 ein Signal, welches die Öffnung des Drosselventils 5 darstellt, sowie ein Signal von einem Drehzahlmesser 57, welches die Motordrehzahl darstellt. In Übereinstimmung mit Motorbetriebsbedingungen, welche durch die Signale dargestellt werden, regelt die ECU 55 wahlweise das Öffnen und Schließen der elektromagnetischen Drei-Wege-Ventile 27, 36 und 45, und regelt auf diese Weise die Funktion der Ventile 15, 30 und 39.

Anhand der Fig. 2 wird die Funktion des Rückführregelventils 15 entsprechend den Drücken erläutert, welche auf den Absperrkörper 17 bzw. die Membran 21 des Betätigungsgliedes 20 wirken. Demnach wirkt ein Druck  $P_2$ , der in der Luftansaugleitung 3 stromabwärts vom Auflader 4 entsteht, auf das Ventil 17 von dessen einer Seite und wird gleichzeitig in die Primärdruckkammer des Betätigungsgliedes 20 eingeleitet, so daß er auf die Membran 21 wirkt. Diese Drücke heben sich gegenseitig auf. Zusätzlich drückt ein Satz Federn 28 und 29 die Membran 21 von gegenüberliegenden Seiten. Die Federn 28 und 29 sind so gebaut und angepaßt, daß sie, wenn sie im Gleichgewicht sind, das Ventil 17 in seiner fast vollständig geschlossenen Stellung mit einem leichten, Zwischenraum  $\delta$ , von beispielsweise ungefähr 0,5 mm, vom Ventilsitz 15a halten. Bei der Betätigung des mit dem Betätigungsglied 20 zusammenwirkenden Rückführregelventils 15 wird, wenn in der Luftansaugleitung 3 stromaufwärts vom Drosselventil 5 entstandener Druck  $P_0$  in die Sekundärdruckkammer 24 des Betätigungsgliedes 20 geleitet wird, die Positionsverschiebung  $x$  des Absperrkörpers 17 aus der geschlossenen Stellung, in welcher die Federn 28 und 29 im Gleichgewicht sind, folgendermaßen ausgedrückt:

$$(P_0 - P_1) S = k x$$

wobei

$P_1$  der Druck stromabwärts vom Drosselventil 5 ist, welcher unmittelbar auf den Absperrkörper 17 wirkt, so daß er geschlossen wird;

$P_0$  der Druck stromaufwärts vom Drosselventil 5 ist, welcher auf die Membran zum Öffnen des Absperrkörpers 17 wirkt;

$S$  die druckaufnehmende Fläche der Membran 21 und des Absperrkörpers 17 ist;

$x$  die Federkonstante der Federn 28 und 29 ist.

In diesem Ausdruck verändert der Absperrkörper 17 seine Stellung, da  $S$  und  $k$  konstant sind, entsprechend dem Druckunterschied  $(P_0 - P_1)$  zwischen den Drücken  $P_1$  bzw. Druck  $P_0$  stromabwärts und stromaufwärts vom Drosselventil 5. Wenn der Druckunterschied  $(P_0 - P_1)$  einen bestimmten Wert übersteigt, dann überschreitet die Positionsveränderung des Absperrkörpers 17 eine vollständig Offen-Verschiebung, welche auf eine Verschiebung bezogen wird, bei welcher der Absperrkörper 17 im wesentlichen die gleichen Oberflächen auf seinen gegenüberliegenden Seiten für die Drücke  $P_1$  und  $P_2$  aufweist, und das Rückführregelventil 15 ist voll-

ständig geöffnet.

Die Federkonstante  $k$  der Federn 28 und 29 ist so eingestellt, daß die in Fig. 3 gezeigte Ventilöffnungscharakteristiken des Rückführregelventils 15 eingehalten werden.

Fig. 3 zeigt das Verhältnis zwischen Ventilöffnungen des Rückführregelventils 15 und des Bypassregelventils 30 und Ansaugluftdruck, oder Ladedruck. Stromabwärts vom Auflader 4, in einem niedrigen Lastbereich, in welchem der Ladedruck niedrig ist, ist der Druck  $P_1$  stromabwärts vom Drosselventil 5 niedrig und erzeugt auf diese Weise einen großen Druckunterschied  $(P_0 - P_1)$ . In einem hohen Lastbereich, in welchem der Ladedruck hoch ist, liegt der Druck  $P_1$  stromabwärts vom Drosselventil 5 nahe am Umgebungsluftdruck und verringert den Druckunterschied  $(P_0 - P_1)$ . Als Folge davon verändert das Rückführregelventil 15 den Absperrkörper 17 in seiner Stellung entsprechend den Druckunterschieden, so daß es den Absperrkörper 17 im unteren Lastbereich vollständig öffnet, in welchem der Ladedruck niedrig ist und der Druckunterschied groß ist, wie es durch die durchgehende Linie in Fig. 3 gezeigt wird. Die Ventilöffnung des Rückführregelventils 15 nimmt jedoch mit einem größeren Abfall von einem kritischen Ladedruck  $P_a$  unterhalb des Umgebungsluftdrucks ab. Bei einem Ladedruck gleich dem Umgebungsluftdruck wird das Rückführregelventil 15 zu einem gewissen Grad geöffnet gehalten. Wenn der Ladedruck in starkem Maß über den Umgebungsluftdruck ansteigt, wird das Rückführregelventil 15 fast vollständig geschlossen.

Die Ventilöffnungseigenschaften des Rückführregelventils 15 aus der vollständig Geschlossen-Stellung in die vollständig Offen-Stellung wird durch eine mechanische Regelvorrichtung einschließlich des Betätigungsgliedes 20 geregelt. Um sicherzustellen, daß das Rückführregelventil 15 unter schweren hohen Lasten im Hochlastbereich vollständig geschlossen wird, veranlaßt die ECU 55 im Hochlastbereich, in welchem der Ladedruck einen kritischen hohen Druck  $P_b$  übersteigt, eine Schaltung des elektromagnetischen Drei-Wege-Ventils 27, so daß ein Unterdruck in die Sekundärdruckkammer 24 des Betätigungsgliedes 20 aus dem Vakuumbehälter 50 eingeleitet wird, so daß auf diese Weise das Rückführregelventil 15 zwangsweise geschlossen und in seine vollständig Geschlossen-Stellung gebracht wird.

Sogar wenn andererseits das Rückführregelventil 15 noch nicht ganz geschlossen wurde, wird das Bypassregelventil 30 geschlossen, wenn der Ladedruck den Umgebungsluftdruck erreicht und unter diesen abfällt, wie durch die strichpunktierte Linie in Fig. 3 gezeigt ist. Der Vorgang des Öffnens und Schließens des Bypassregelventils 30 wird durchgeführt, indem das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 36 von der ECU 55 geregelt wird. Das heißt, wenn die ECU 55 die Motorbetriebsbedingungen überwacht, unter welchen der Ladedruck den Umgebungsluftdruck erreicht, schaltet sie das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 36.

Die Funktion des in den Fig. 1 und 2 dargestellten Luftansaugsystems kann noch besser aus der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf Fig. 4 verstanden werden. Im unteren Lastbereich, in welchem das Drosselventil 5 fast vollständig oder vollständig geschlossen ist, sind sowohl das Rückführregelventil 15 als auch das Bypassregelventil 30 geöffnet, so daß Luft durch den Auflader 4 in den Zwischenkühler 7, die Zwischenkühler-Bypassleitung 12 und die Rückführleitung 11 fließen kann, wie durch den gestrichelten Pfeil in Fig. 4 gezeigt wird. Anders ausgedrückt, heißt dies, daß während ein

Teil der in den Motor eingeleiteten Luft durch den Zwischenkühler 7 strömt, strömt der Rest durch die Zwischenkühler-Bypassleitung 12 und wird dadurch folglich von einer Überkühlung abgehalten. Andererseits strömt ein Luftüberschuß direkt vom Auflader 4 durch die Rückführleitung 11 und gelangt in die Luftansaugleitung 3 stromaufwärts vom Auflader 4 zurück. Diese Zirkulation von Ansaugluft verringert das Druckverhältnis zwischen der stromaufwärtigen und stromabwärtigen Seite des Aufladers 4, so daß vom Auflader 4 ein Energieverlust verringert wird.

Wenn das Drosselventil 5 allmählich geöffnet wird, nachdem der kritische Ladedruck  $P_b$  unterhalb des Luftdrucks erreicht ist, verringert das Rückführregelventil 15 allmählich seine Ventilöffnung. Ein derartiger allmählicher Wechsel der Ventilöffnung des Rückführregelventils 15 bewirkt einen linearen Wechsel im Motorausgangsdrehmoment in Abhängigkeit von Veränderungen in der Öffnung des Drosselventils 5, so daß ein plötzlicher Wechsel im Motorausgangsdrehmoment vermieden wird. Sogar dann, wenn ferner in einem Aufladebereich der Motorbetriebsbedingungen, in welchen der Ladedruck den Umgebungsluftdruck übersteigt, wird das Rückführregelventil 15 nicht vollständig geschlossen, bis der Ladedruck unter einem bestimmten Druck liegt, so daß Ladeluft in geeigneter Weise zurückgeführt wird, wobei man eine meßbare Verringerung des Energieverlustes durch den Auflader 4 erhält.

Das Bypassregelventil 30 wird in den Geschlossen-Zustand im Bereich der Motorbetriebsbedingungen geschaltet, in welchem der Ladedruck dem Umgebungsluftdruck entspricht und selbst, wenn das Rückführregelventil 15 noch nicht vollständig geschlossen ist, wird es auch in einem Bereich der Motorbetriebszustände geschlossen, in welchem die Ansaugluft in einem gewissen Bereich angewachsen ist. In diesem Zustand, wie er durch einen durchgehenden Pfeil in Fig. 4 gezeigt wird, strömt vom Auflader 4 abgegebene Luft durch den Zwischenkühler 7 und anschließend wird eine notwendige Menge davon in die Verbrennungskammern der Zylinder 2 geleitet. Gleichzeitig strömt ein Luftüberschuß durch die Bypassleitung 12 stromabwärts vom Zwischenkühler 7 und anschließend die Rückführleitung 11, so daß sie in die Ansaugleitung 3 stromaufwärts vom Auflader 4 zurückgeführt wird. Auf diese Weise wird ein Temperaturanstieg von Ansaugluft und Aufladeluft, welche zum Motor 1 geleitet wird, auf einen niederen Wert geregelt. Das heißt, in einem derartigen Bereich der Motorbetriebsbedingungen wird dem Motor 1 tatsächlich zugeführte und von diesem ausgenommene Luft, obwohl die Temperatur der Ansaugluft leicht durch die Rückführung erhöht ist, vom Zwischenkühler 7 ausreichend gekühlt, so daß eine Verringerung des Aufladewirkungsgrades begleitender Temperaturanstieg der Ansaugluft vermieden wird. Da ferner die Ansaugluft, welche in die Ansaugleitung 3 stromaufwärts vom Auflader 4 zurückgeführt wird, durch den Zwischenkühler 7 gekühlt wurde, kühlt sie den Auflader 4.

In einem besonderen Ladebereich, in welchem der Ladedruck signifikant hoch ist, ist das Rückführregelventil 15 fast vollständig oder vollständig geschlossen, und das Bypassregelventil 30 wird geschlossen gehalten. In diesem Zustand erhält man in Verbindung mit einer Steigerung der Aufladung durch den Auflader 4 einen Anstieg des Aufladewirkungsgrads als Ergebnis der gekühlten Ansaugluft.

Obwohl das Schalten des Rückführregelventils 15 von der vollständig Geschlossen-Stellung in die vollständig

Offen-Stellung, wie typischerweise in Fig. 3 gezeigt, einfach ist und genau mit Hilfe der mechanischen Regelungsmittel durchgeführt wird, die vorstehend beschrieben wurden und in den Fig. 1 und 2 gezeigt sind, kann man es auch mit elektrischen Regelungsmitteln erreichen, wie beispielsweise einer Arbeitszyklusregelung, die nachfolgend noch beschrieben wird.

Ferner können die Rückführleitung 11 und die Bypassleitung 12 getrennt voneinander vorgesehen sein. In diesem Fall ist die Rückführleitung 11 so vorgesehen, daß die Bereiche der Luftansaugleitung 3 stromaufwärts und stromabwärts vom Auflader 4 miteinander verbunden werden. Die Bypassleitung 12 ist so vorgesehen, daß sie den Zwischenkühler 7 stromabwärts von der Rückführleitung 11 umgeht. Selbst in dieser Anordnung werden das Rückführregelventil 15 und das Bypassregelventil 30 so geregelt, daß sie in Übereinstimmung mit Motorbetriebsbedingungen, wie sie in Fig. 3 gezeigt sind, zum Öffnen und Schließen geregelt werden. Diese Anordnung hat gleichfalls zum Ergebnis, daß wirkungsvoll verhindert wird, daß Ansaugluft in einem Bereich von niedriger Motorlast überkühlt wird, in welchem das Rückführregelventil 15 und das Bypassventil 30 offen sind, und daß ferner eine wirkungsvolle Aufladung zur Verfügung gestellt wird und Ansaugluft in einem Bereich hoher Motorlast gekühlt wird. Ferner wird das Bypassregelventil 30 in einem Bereich geschlossen, in welchem die Menge der Ansaugluft relativ beträchtlich ist, selbst wenn das Rückführregelventil 15 nicht vollständig geschlossen ist, so daß die an den Motor 1 abgegebene Ansaugluft passend gekühlt wird.

Obwohl es zum Erhalt von linearen Veränderungen des Motordrehmoments wünschenswert ist, die Öffnung des Rückführregelventils 15 im bestimmten Bereich des Ladedrucks, wie er in Fig. 3 gezeigt ist, allmählich zu verändern, kann das Rückführregelventil 15 jedoch bei einem bestimmten Ladedruck, wie er in Fig. 5 gezeigt ist, geschaltet werden. In diesem Fall wird zusätzlich zur Anordnung der Durchlässe in der gleichen Weise, wie es in Fig. 1 gezeigt ist, der bestimmte Ladedruck, bei welchem das Rückführregelventil 15 geschaltet wird, höher eingestellt als ein Ladedruck, bei welchem die Bypassregelung so geschaltet wird, daß das Bypassregelventil 30 bei niedrigen Motorlasten im Bereich der Motorlasten geöffnet wird, in welchen das Rückführregelventil 15 geöffnet ist, und bei höheren Motorlasten im Bereich von Motorlasten, in welchen das Rückführregelventil 15 geöffnet ist und bei höheren Motorlasten im Bereich von Motorlasten, in welchen das Rückführregelventil 15 geschlossen ist, geschlossen wird.

Diese Modifizierung begleitet die gleichen wirksamen Funktionen, wie man sie bei der vorausgehenden Ausführung erhält, wie die Verhinderung einer Überkühlung und eines Energieverlustes bei niedrigen Motorlasten, beispielsweise unter kleineren Mengen von Ansaugluft, in einem Bereich von Motorlasten, in welchen das Rückführregelventil 15 offengehalten wird, wie die Verhinderung eines Temperaturanstiegs der Ansaugluft bei relativ größeren Ansaugluftmengen in einem Bereich von Motorlasten, in welchen das Rückführregelventil 15 geöffnet gehalten wird, die ausreichende Aufladung und Kühlung von Ansaugluft in einem Bereich höherer Motorlasten, in welchen das Rückführregelventil 15 geschlossen gehalten wird.

Wie vorstehend beschrieben wurde, kann man das Ventilöffnen des Rückführregelventils 15 mittels einer elektrischen Regelung erhalten. Wenn, wie oben beschrieben wurde, der in der Ansaugleitung 3 stromauf-



wärts vom Drosselventil 5 entwickelte Druck  $P_0$  in die Sekundärdruckkammer 24 des Betätigungsgliedes 20 geleitet wird, gibt es einen geringfügigen Zwischenraum  $\delta$  zwischen dem Absperrkörper 17 und dem Ventil Sitz 15a, selbst wenn das Rückführregelventil 15 fast vollständig geschlossen ist. Im Hochlastbereich der Motorbetriebsbedingungen, in welchen der Ladedruck höher als ein kritischer Ladedruck  $P_b$  wird, wird das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 von der ECU 55 arbeitszyklenmäßig geregelt, so daß ein Unterdruck in die Sekundärdruckkammer 24 des Betätigungsgliedes 20 eingeleitet wird. Als Ergebnis wird der den Absperrkörper 17 zum Schließen bringende Druck verstärkt, so daß der Absperrkörper 17 vollständig geschlossen wird. Das heißt, wie in Fig. 6 gezeigt wird, das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 wird in einem unteren Lastbereich der Motorbetriebsbedingungen, welcher unter einer kritischen Drehmomentlinie  $T_p$  definiert wird, welche entsprechend den kritischen Druck  $P_b$  bezüglich der Motordrehzahlen angibt, energielos gehalten oder abgeschaltet. Andererseits wird das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 in einem Hochlastbereich der Motorbetriebsbedingungen, welcher oberhalb der kritischen Drehmomentlinie  $T_p$  definiert ist, mit Energie versorgt gehalten oder eingeschaltet.

Die ECU 55 regelt die Arbeitszyklen des elektromagnetischen Drei-Wege-Ventils 27 in der Weise, daß einerseits das Rückführregelventil 15 allmählich in seine vollständig Geschlossen-Stellung gebracht wird, wenn die Motorbetriebsbedingungen sich allmählich verändern und andererseits das Rückführregelventil 15 schnell in seine vollständig Geschlossen-Stellung gebracht wird, wenn sich die Motorbetriebsbedingungen schnell ändern.

Die in Fig. 1 dargestellte Funktion des Luftansaugsystems, in welchem das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 arbeitszyklen-geregt ist, wird noch besser durch Betrachtung der Fig. 7 verstanden, welche ein Flußdiagramm darstellt, welches ein Arbeitszyklen-Ablaufprogramm für ein Drei-Wege-Ventil für die ECU 55 veranschaulicht. Das Programmieren eines Computers gehört zum Fachwissen auf diesem Gebiet. Die nachfolgende Beschreibung soll einen Programmierer mit den üblichen Fachkenntnissen in die Lage versetzen, ein geeignetes Programm für die ECU 55 zu erstellen. Die besonderen Einzelheiten eines derartigen Programms hängen natürlich von der Architektur des betreffenden ausgewählten Computers ab.

Gem. Fig. 7 dient der erste Schritt S1 zum Lesen von Signalen vom Drosselöffnungsfühler 56 und Motordrehzahlmesser 57, welcher die Darsteller einer Motordrehzahl  $N_e$  bzw. einer Ventilöffnung TVO sind, und zur Ermittlung einer aktuellen Motorbetriebsbedingung. Dann wird bei Schritt S2 eine Entscheidung getroffen, ob die aktuelle Motorbetriebsbedingung innerhalb des Hochlastbereichs der Motorbetriebsbedingungen liegt oder nicht, welche oberhalb der in Fig. 6 gezeigten kritischen Drehmomentlinie  $T_p$  liegt. Diese Entscheidung wird getroffen, um herauszufinden, ob das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 ein- oder ausgeschaltet werden muß. Wenn die Antwort zu der bei Schritt S2 getroffenen Entscheidung "ja" ist, dann wird bei Schritt S3 eine Entscheidung getroffen, ob es kurz nach einem Wechsel der Motorbetriebsbedingung in den Hochlastbereich ist oder nicht. Wenn die Antwort auf die Entscheidung bei Schritt S3 "ja" ist, so gibt dies an, daß die aktuelle Motorbetriebsbedingung unmittelbar nach einem Wechsel in den Hochlastbereich ist. Dann wird bei

Schritt S4 eine andere Entscheidung getroffen, ob die Wechselrate der Drosselventilöffnung  $dTVO$  höher ist als eine kritische Rate  $dTVO_0$ . Wenn die Antwort auf diese Entscheidung "ja" ist, so gibt dies an, daß die Motorbetriebsbedingung schnell gewechselt hat, d. h. eine rasche Beschleunigung wird durchgeführt. Dann verändert die ECU 55 die Arbeitszyklenrate eines Steuersignals, so daß das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 bei Schritt S5 schnell eingeschaltet wird. Wenn jedoch die Antwort auf die Entscheidung "nein" ist, so zeigt dies an, daß die Motorbetriebsbedingung sich allmählich verändert hat, d. h. eine sanfte Beschleunigung gemacht wird. Dann verändert die ECU 55 allmählich die Arbeitszyklenrate eines Kontrollsignals, so daß das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 bei Schritt S6 sanft eingeschaltet wird. Wenn anschließend die Motorbetriebsbedingung innerhalb des Hochlastbereichs gehalten wird, nachdem das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 eingeschaltet wurde, die Antwort auf die bei Schritt S3 getroffene Entscheidung "nein" ist, hält die ECU 55 ein Steuersignal, so daß das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 bei Schritt S7 eingeschaltet gehalten wird. Wenn jedoch der Motorbetriebszustand in den niederen Lastbereich unterhalb der kritischen Drehmomentlinie  $T_p$  nach dem Einschalten des elektromagnetischen Drei-Wege-Ventils 27 wechselt, die Antwort auf die bei Schritt S2 getroffene Entscheidung "nein" ist, schaltet die ECU 55 das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 bei Schritt S8 aus.

Wenn bei dieser Ausführung die Motorbetriebsbedingung in den Hochlastbereich der Motorbetriebsbedingungen eintritt, in welcher der Ladedruck höher ist als der kritische Ladedruck  $P_b$ , der oberhalb der kritischen Drehmomentlinie  $T_p$  definiert ist, wird das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 zwangsweise mit Energie versorgt oder eingeschaltet. Als Folge davon wird ein Unterdruck in die Sekundärdruckkammer 24 des Betätigungsgliedes 20 eingeleitet, so daß das Rückführregelventil 15 zwangsweise vollständig geschlossen wird, wobei auf diese Weise die Rückführung von Luft verhindert wird, welche vom Auflader 4 ausgegeben wird, und dieser Vorgang von einem Druckanstieg der Ladeluft begleitet wird. Dies befriedigt die Forderung nach Motorausgangsleistung bei vollständiger Drosselung oder im Hochlastbereich nach Drosselöffnungen nahe der vollständigen Drosselung. Während der Öffnung des Drosselventils bei einer hohen Wechselrate, wie beispielsweise einer schnellen Beschleunigung, wird das Rückführregelventil 15 schnell in seine vollständig Geschlossen-Stellung gebracht, um einen Druckanstieg von Ladeluft mit einer hohen Ansprechempfindlichkeit zu bieten. Andererseits wird das Rückführregelventil 15 während eines derartigen üblichen Motorbetriebs, wobei das Drosselventil mit einer niedrigen Wechselrate öffnet, allmählich geschlossen, so daß schnelle Wechsel im Motorausgangsdrehmoment vermieden werden. Es ist anzumerken, daß die bei Schritt S2 getroffene Entscheidung über die Motorbetriebsart auf der Grundlage der Ansauglufttemperatur im Ausgleichsbehälter 8 und der Luftansaugmenge in die Ansaugleitung 3 stromaufwärts vom Auflader 4 anstatt der Öffnung des Drosselventils und der Motordrehzahl getroffen werden kann. Die Ansauglufttemperatur im Ausgleichsbehälter 8 und die Ansaugluftmenge können mit Fühlern ermittelt werden, wie einem Temperaturfühler und einem Luftdurchflußmesser, die auf dem Fachgebiet gut bekannt sind und die jede bekannte Ausbildung haben können. Im vorliegenden Beispiel wird ein Druck in der Luftansaug-

leitung 3 stromabwärts vom Auflader 4 auf der Ansauglufttemperatur im Ausgleichsbehälter 8 und der Ansaugluftmenge berechnet und mit dem kritischen Ladedruck  $P_b$  verglichen. Es versteht sich auch, daß anstelle eines geringen Zwischenraums zwischen dem Absperrkörper 17 und dem Ventilsitz 15a bis der Ladedruck den kritischen Druck  $P_b$  erreicht, ein kleiner Durchlaß und ein Ventil zum Öffnen und Schließen des kleinen Durchlasses zwischen der Rückführleitung 11 stromaufwärts des Rückführregelventils 15 und dem Inneren des Rückführregelventils 15 vorgesehen sein können.

Das erfindungsgemäße Ansaugsystem weist eine Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten der Motorausgangsregelung zusätzlich zur Motorausgangsregelung entsprechend den Veränderungen der Motorbetriebsbedingung auf. Beispielsweise wird bei Motoren, in welchen sowohl Normalbenzin als auch Benzin mit hoher Oktanzahl verwendet werden kann, das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 in der vorstehend nur für Benzin mit hoher Oktanzahl beschriebenen Weise gesteuert. Wenn jedoch Normalbenzin verwendet wird, kann das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 energielos oder ausgeschaltet und in energielosem Zustand gehalten werden, selbst im Hochlastbereich des Motorbetriebszustandes, in welchem das Auftreten von Motorklopfen nicht ausgeschlossen ist.

Wenn ferner das erfindungsgemäße Luftansaugsystem in Autos mit automatischem Getriebe eingebaut wird, um für das automatische Getriebe die Zuverlässigkeit der Gänge sicherzustellen, können das Rückführregelventil 15 und das Entlastungsventil 39 gesteuert werden, um einen Abfall im Motorausgangsdrehmoment zu liefern, während sich das automatische Getriebe in einer Rückwärtsfahrstellung und einer Anfahrstellung befindet. In diesem Fall, in der ersten Fahrstellung, wird das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 27 im energielosen Zustand gehalten oder ausgeschaltet, um das Rückführregelventil 15 an einem vollständigen Schließen zu hindern, und das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 45 wird mit Energie versorgt oder eingeschaltet, so daß das Entlastungsventil 39 geöffnet wird. Andererseits wird in der Rückwärtsfahrstellung das Entlastungsventil 39 geöffnet oder es wird andererseits verhindert, daß das Rückführregelventil 15 vollständig geschlossen wird, während das Entlastungsventil 39 geöffnet ist.

Zur Verhinderung von übermäßig hohen Drehzahlen kann das elektromagnetische Drei-Wege-Ventil 45 mit Energie versorgt oder eingeschaltet werden, so daß das Entlastungsventil 39 geöffnet wird, wenn das Fahrzeug eine genau angegebene obere Grenzdrehzahl erreicht, wobei auf diese Weise ein Abfall des Motordrehmoments bewirkt wird. Ferner kann das Entlastungsventil 39 geöffnet werden, wenn ein ungewöhnlicher Temperaturanstieg der Ansaugluft stromabwärts vom Auflader 4 und/oder vom Zwischenkühler 7 auftritt.

Wenngleich die Erfindung im einzelnen unter Bezugnahme auf ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, ist dies so zu verstehen, daß sich daraus auch verschiedene andere Ausgestaltungen und Weiterbildungen für den Durchschnittsfachmann ergeben. Derartige weitere Ausführungsbeispiele und Weiterbildungen fallen in den Schutzbereich und den Grundgedanken der Erfindung und sollen durch die Patentansprüche abgedeckt sein.

# Patentansprüche

1. Ansaugsystem für einen aufgeladenen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, welches mit einem Zwischenkühler, der stromabwärts von einem Auflader in einer Ansaugleitung liegt, eine Rückführleitung zur Verbindung von stromaufwärts und stromabwärts vom Auflader liegenden Bereiche der Luftansaugleitung, durch welche Luft, die vom Auflader ausgegeben wird, in den Auflader zurückgeführt wird, und zum Öffnen und Schließen der Rückführleitung mit einer Rückführventilvorrichtung, die in der Rückführleitung liegt, ausgestattet ist, **gekennzeichnet durch folgende Merkmale:**

- einer Bypassleitung (12) zur Verbindung von stromaufwärts und stromabwärts vom Zwischenkühler (7) liegenden Bereichen der Ansaugleitung (3), so daß die Luft den Zwischenkühler (7) umgehen kann;
- eine Bypassregelventilvorrichtung, die in der Bypassleitung (12) zum Öffnen und Schließen der Bypassleitung (12) liegt;
- eine Rückführventilregelvorrichtung, die in Verbindung mit der Rückführventilvorrichtung vorgesehen ist, um die Rückführventilvorrichtung zum zunehmenden Öffnen und abnehmenden Schließen der Rückführleitung (11) in dem Maß zu veranlassen, wie sich der Luftdruck zwischen einem unteren genau vorgegebenen Druck unterhalb des Umgebungsluftdrucks und einem oberen genau vorgegebenen Druck oberhalb des Umgebungsluftdrucks verändert; und
- eine Bypassventilregelvorrichtung, die in Verbindung mit der Bypassregelventilvorrichtung zu dem Zweck vorgesehen ist, die Bypassventilvorrichtung bei einem genau vorgegebenen Zwischendruck zu öffnen und zu schließen, der zwischen dem oberen und unteren genau vorgegebenen Druck liegt.

2. Ansaugsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführleitung (11) und die Bypassleitung (12) eine gemeinsame Leitung (13) haben, durch welche sie zwischen dem Auflader (4) und dem Zwischenkühler (7) mit der Ansaugleitung (3) verbunden sind.

3. Ansaugsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführventilvorrichtung stromabwärts von dem gemeinsamen Leitungsbereich (13) in der Rückführleitung (11) angeordnet ist.

4. Ansaugsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypassregelventilvorrichtung im gemeinsamen Leitungsbereich (13) liegt.

5. Ansaugsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführventilregelvorrichtung ein druckbetätigtes Betätigungsglied (20) aufweist, welches die Rückführventilvorrichtung zum Öffnen und Schließen der Rückführleitung (11) in Übereinstimmung mit Unterschieden zwischen dem Umgebungsluftdruck und einem Ansaugluftdruck stromabwärts vom Auflader (4) bringt.

6. Ansaugsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das druckbetätigte Betätigungsglied (20) ein Ventilgehäuse (16), in welchem die Rückführventilvorrichtung verschiebbar gelagert



ist, eine mit der Rückführventilvorrichtung verbundene Membran (21), ein Membrangehäuse, in welchem die Membran auslenkbar angeordnet ist, und welche durch die Membran (21) in zwei Druckkammern (23, 24) geteilt ist sowie eine Druckleitvorrichtung aufweist, welche dazu dient, Ansaugluft stromaufwärts vom Auflader (4) in das Ventilgehäuse (16) einzuleiten, um sie auf die Rückführventilvorrichtung in entgegengesetzter Richtung als die Richtung einwirken zu lassen, in welcher der Luftdruck auf die Rückführventileinrichtung wirkt, und ferner den Luftdruck in eine der zwei Druckkammern (23, 24) zu dem Zweck einzuleiten, daß er auf die Membran (32) in entgegengesetzter Richtung wirkt, und ferner den Umgebungsluftdruck in die andere der beiden Druckkammern einzuleiten, so daß er auf die Membran (21) in dieser Richtung wirkt.

7. Ansaugsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das druckbetätigte Betätigungsglied (20) ferner eine Unterdruckquelle zur Erzeugung eines Unterdrucks sowie ein elektromagnetisches Ventil (27) zur Einleitung eines Unterdrucks von der Unterdruckquelle in die andere der zwei Druckkammern vorhanden sind, so daß die Rückführventilvorrichtung dazu gebracht wird, die Rückführleitung (11) bei dem oberen genau vorgegebenen Druck des Luftdrucks vollständig zu schließen.

8. Ansaugsystem für einen aufgeladenen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, welches mit einem Zwischenkühler, der stromabwärts von einem Auflader in einer Ansaugleitung liegt, eine Rückführleitung zur Verbindung von stromaufwärts und stromabwärts vom Auflader liegenden Bereichen der Luftansaugleitung, durch welche Luft, die vom Auflader ausgegeben wird, in den Auflader zurückgeführt wird, und zum Öffnen und Schließen der Rückführleitung mit einer Rückführventilvorrichtung, die in der Rückführleitung liegt, ausgestattet ist, wobei das druckbetätigte Betätigungsglied (20) zum Öffnen und Schließen der Rückführleitung (11) dient und das Luftansaugsystem folgende Merkmale aufweist:

- Eine Bypassleitung (12) zur Verbindung von stromaufwärts und stromabwärts von Zwischenkühler (7) liegenden Bereichen der Ansaugleitung (3), um einen Luftdruck stromabwärts vom Auflader (4) die Umgehung des Zwischenkühlers (7) zu ermöglichen;

- eine Bypassregelventilvorrichtung, die zum Öffnen und Schließen der Bypassleitung (12) in der Bypassleitung liegt;

- eine Rückführventilregelvorrichtung, die in Verbindung mit der Rückführventilvorrichtung zu dem Zweck vorgesehen ist, die Rückführventilvorrichtung dazu zu bringen, die Rückführleitung bei einem hohen genau vorgegebenen Druck des Luftdrucks zu öffnen und zu schließen; und

- eine Bypassventilregelvorrichtung, die in Verbindung mit der Bypassregelventilvorrichtung zu dem Zweck vorgesehen ist, die Bypassregelventilvorrichtung bei einem niederen genau vorgegebenen Druck des Luftdrucks zum Öffnen und Schließen der Bypassleitung (12) zu bringen.

9. Ansaugsystem nach Anspruch 8, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der hohe genau vorgegebene Druck höher ist als der Umgebungsluftdruck.

10. Ansaugsystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der untere genau vorgegebene Druck niedriger ist als der Umgebungsluftdruck.

11. Ansaugsystem nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführleitung (11) und die Bypassleitung (12) eine gemeinsame Leitung (13) aufweisen, über welche sie zwischen dem Auflader (4) und dem Zwischenkühler (7) mit der Ansaugleitung (3) miteinander verbunden sind.

12. Ansaugsystem nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführventilvorrichtung stromabwärts von dem gemeinsamen Leitungsbereich (13) in der Rückführleitung (11) liegt.

13. Ansaugsystem nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypassregelventilvorrichtung im gemeinsamen Leitungsbereich (13) liegt.

14. Ansaugsystem für einen aufgeladenen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, welches mit einem in einer Ansaugleitung liegenden Aufladers, einer Rückführleitung zur Verbindung von stromaufwärts und stromabwärts vom Auflader liegenden Bereichen der Ansaugleitung ausgestattet ist, wobei durch die Rückführleitung Luft, die vom Auflader abgegeben wird, in den Auflader zurückgeführt wird, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- eine Rückführventilvorrichtung, die zum Öffnen und Schließen der Rückführleitung (11) in der Rückführleitung (11) liegt; und

- eine Rückführventilregelvorrichtung, die in Verbindung mit der Rückführventilvorrichtung zu dem Zweck vorgesehen ist, bei der Abnahme eines Luftdrucks stromabwärts vom Auflader (4) hin zu einem unteren genau vorgegebenen Druck die Rückführventilvorrichtung zum Öffnen der Rückführleitung (11) zu bringen, die Rückführventilvorrichtung zum allmählichen Öffnen der Rückführleitung (11) bei einem oberen genau vorgegebenen Druck des Luftdrucks in der Weise zu bringen, daß ein kleiner Zwischenraum verbleibt, welcher eine Rückführung einer kleinen Luftmenge stromabwärts vom Auflader (4) gestattet sowie die Rückführventilvorrichtung dazu zu bringen, die Rückführleitung (11) bei Drücken vollständig zu schließen, welche höher sind als der obere genau vorgegebene Druck des Luftdrucks.

15. Ansaugsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführventilregelvorrichtung ferner die Geschwindigkeit der Beschleunigung feststellt und die vollständige Schließung der Rückführleitung (11) mittels der Rückführventilvorrichtung schnell bewirkt, wenn eine rasche Beschleunigung festgestellt wird sowie das vollständige Schließen der Rückführleitung (11) mittels der Rückführventilvorrichtung allmählich bewirkt, wenn eine allmähliche Beschleunigung festgestellt wird.

16. Ansaugsystem nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführventilregelvorrichtung ein druckbetätigtes Betätigungsglied aufweist, welches ein Ventilgehäuse, in wel-

chem die Rückführventilvorrichtung verschiebbar gelagert ist, eine mit der Rückführventilvorrichtung verbundene Membran (21), ein Membrangehäuse, in welchem die Membran auslenkbar angeordnet ist, und welche durch die Membran (21) in zwei Druckkammern (23, 24) geteilt ist sowie eine Druckleitvorrichtung aufweist, welche dazu dient, Ansaugluft stromaufwärts vom Auflader (4) in das Ventilgehäuse (16) einzuleiten, um sie auf die Rückführventilvorrichtung in entgegengesetzter Richtung als die Richtung einwirken zu lassen, in welcher der Luftdruck auf die Rückführventileinrichtung wirkt, und ferner den Luftdruck in eine der zwei Druckkammern (23, 24) zu dem Zweck einzuleiten, daß er auf die Membran (32) in entgegengesetzter Richtung wirkt, und ferner den Umgebungsluftdruck in die andere der beiden Druckkammern einzuleiten, so daß er auf die Membran (21) in dieser Richtung wirkt.

17. Ansaugsystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das druckbetätigte Betätigungsglied (20) ferner eine Unterdruckquelle zur Erzeugung eines Unterdrucks sowie ein elektromagnetisches Ventil (27) zur Einleitung eines Unterdrucks von der Unterdruckquelle in die andere der zwei Druckkammern aufweist, so daß die Rückführventilvorrichtung dazu gebracht wird, die Rückführleitung (11) bei dem oberen genau vorgegebenen Druck des Luftdrucks vollständig zu schließen.

18. Ansaugsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführventilregelvorrichtung eine Arbeitszyklenrate des elektromagnetischen Ventils (27) in der Weise regelt, daß eine rasche Einleitung eines Unterdrucks in die andere Druckkammer bewirkt wird, wenn eine rasche Beschleunigung festgestellt wird, und daß eine allmähliche Einleitung eines Unterdrucks in die andere Druckkammer bewirkt wird, wenn eine allmähliche Beschleunigung festgestellt wird.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG 4

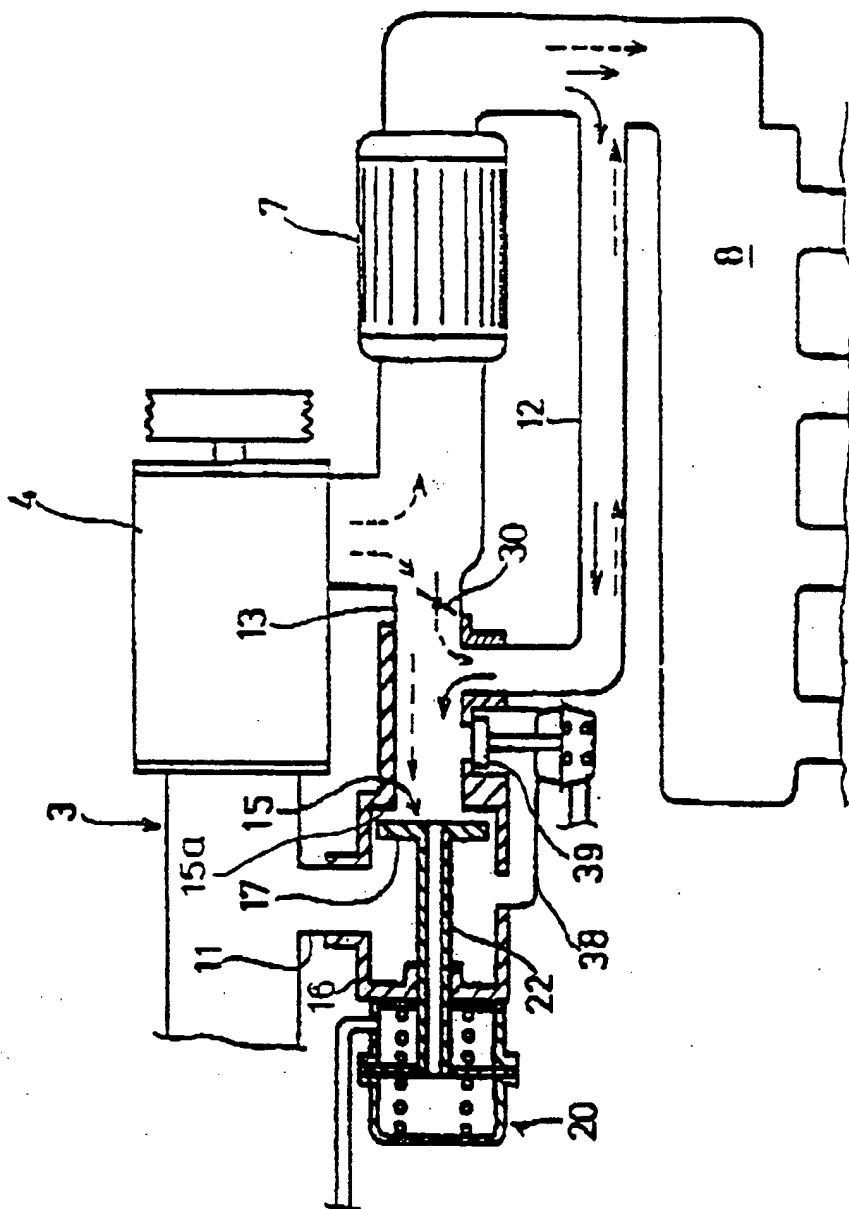


FIG 1

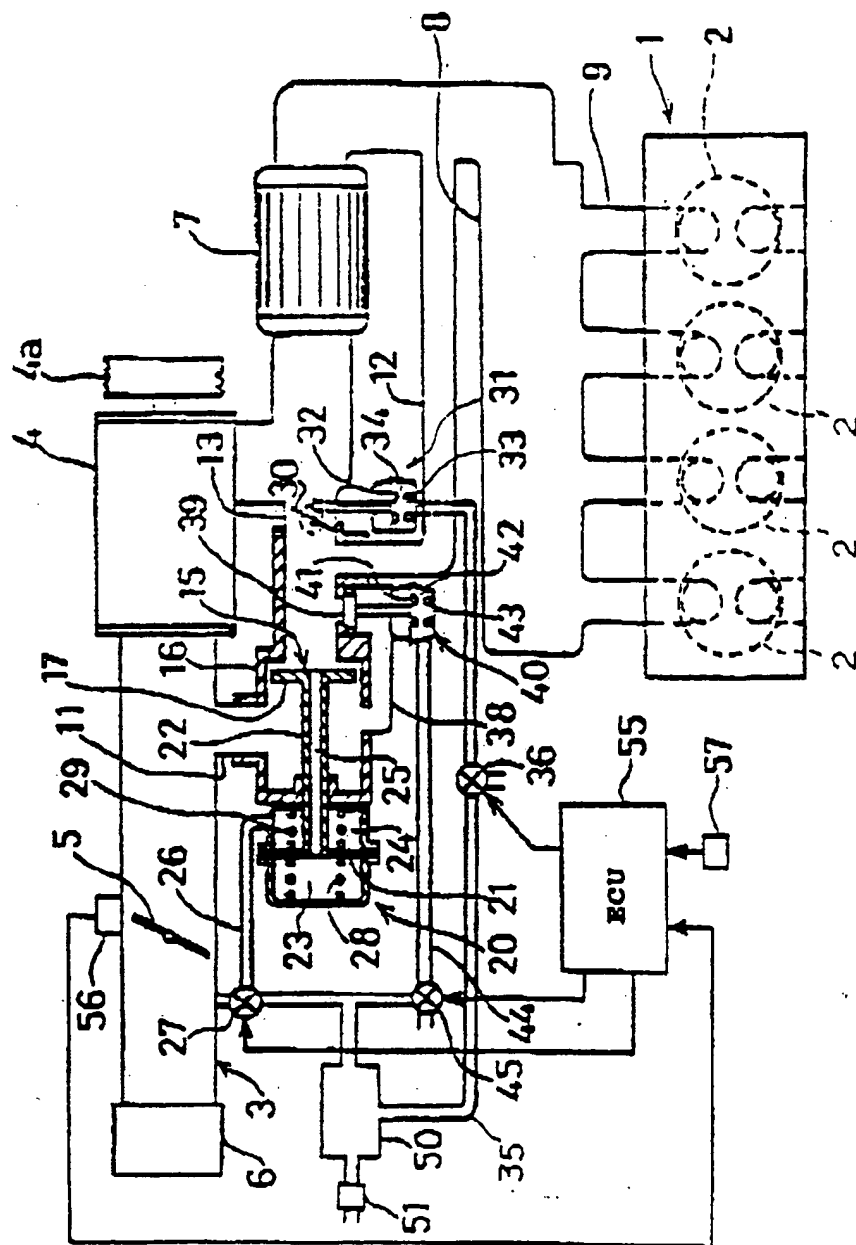


FIG 2

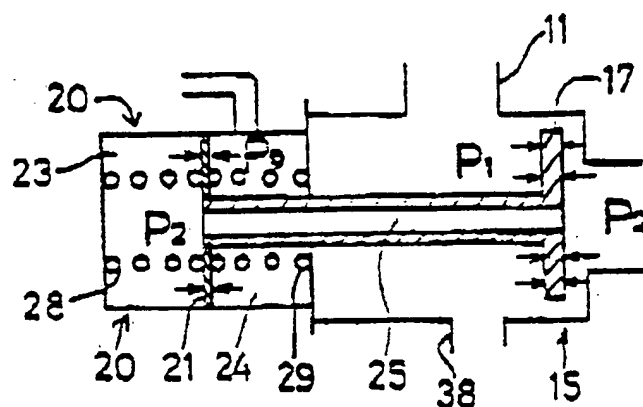


FIG 3

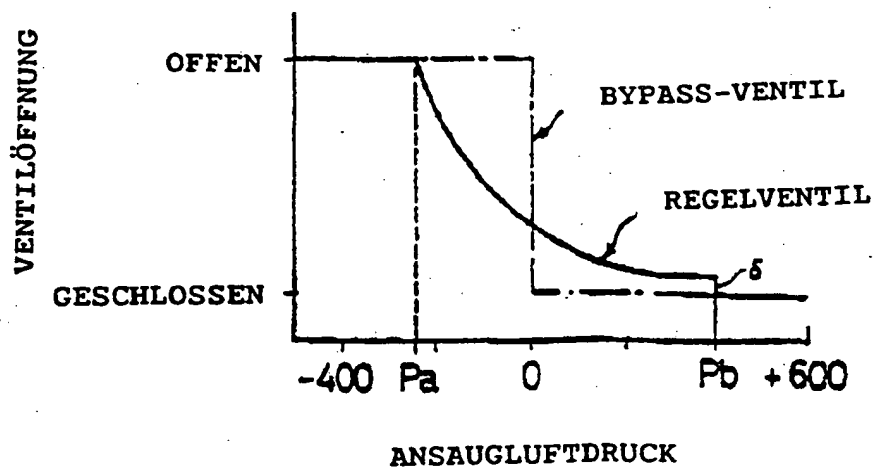




FIG 5

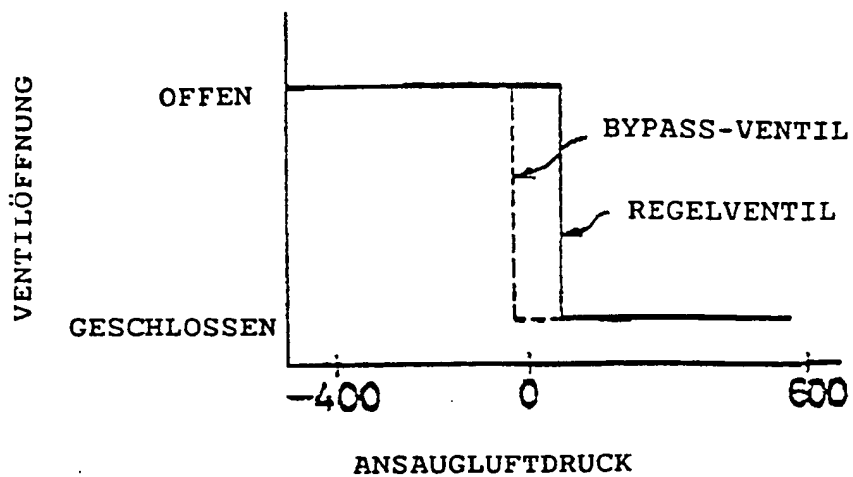


FIG 6

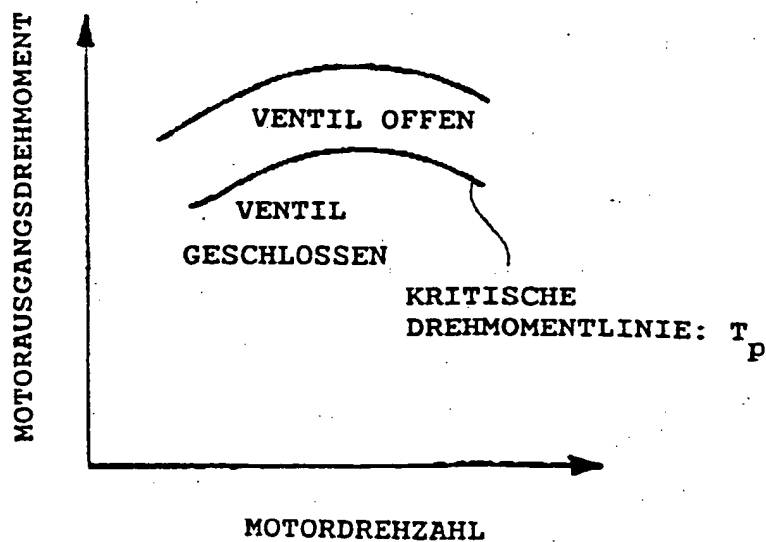
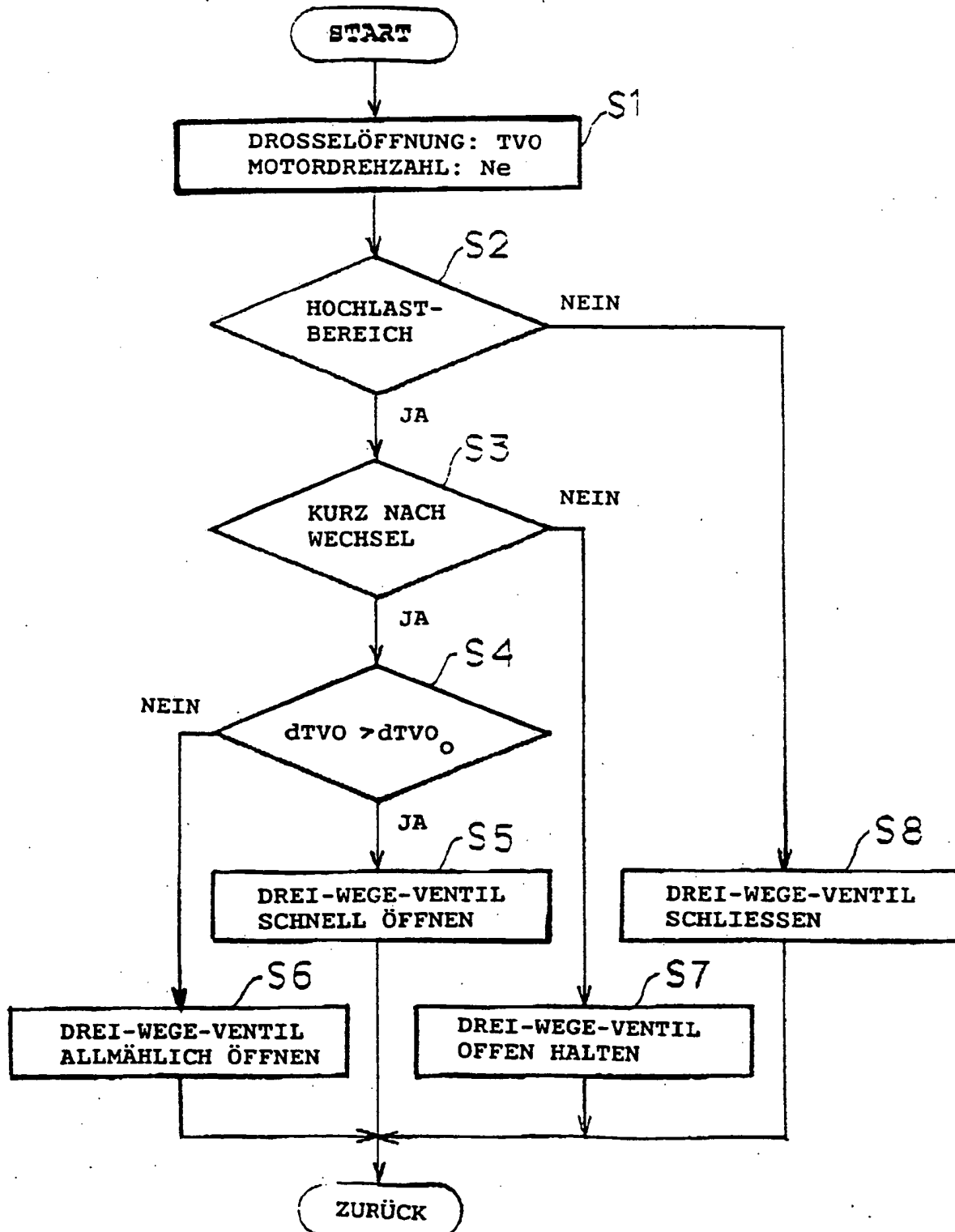


FIG 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**